НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСТИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Механіко-технологічний факультет

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ
В.о. завідувача кафедри
технічного сервісу та інженерного менеджменту імені М. П. Момотенка

_____ Руслан ШАТРОВ

«____» _____ 2026 р.

ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ БАКАЛАВРА
на тему «Розробка технології технічного контролінгу зернозбиральних комбайнів у ФГ «Деметра» Київської області»_____

Спеціальність 208 «Агроінженерія»

Гарант освітньої програми

д.т.н., професор _____ Вячеслав БРАТІШКО
(науковий ступінь та вчене звання) (підпис) (ПІБ)

Керівник бакалаврaської кваліфікаційної роботи

_____д.т.н., проф.____ _____ Роговський Іван Леонідович

Виконав _____ Яворський Павло Миколайович

КИЇВ – 2026

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Механіко-технологічний факультет

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
технічного сервісу та інженерного менеджменту
імені М. П. Момотенка
_____ Іван РОГОВСЬКИЙ
(підпис) (ПІБ)
«____» _____ 2025 р.

З А В Д А Н Н Я
на виконання дипломного проєкту бакалавра студенту
_____Яворському Павлу Миколайовичу_____
(прізвище, ім'я, по батькові)

Спеціальність 208 «Агроінженерія»_____
(код і назва)

Тема дипломного проєкту бакалавра «Розробка технології технічного контролінгу зернозбиральних комбайнів у ФГ «Деметра» Київської області»

затверджена наказом ректора НУБіП України від «16» лютого 2026 р. № 510 «С»
Термін подання завершеної роботи на кафедру__20 травня 2026 року_____
(рік, місяць, число)
Вихідні дані до дипломного проекту бакалавра Матеріали первинного бухгалтерського обліку, нормативно-методичні матеріали, науково-технічна література_____
Перелік питань, які потрібно розробити:
1. Характеристика господарства ФГ «Деметра» Київської області
2. Аналіз існуючих методів та засобів технічного контролінгу зернозбиральних комбайнів._____
3. Розрахунок основних параметрів обслуговуючої майстерні_____
4. Конструктивна частина _____
5. Економічне обґрунтування проекту_____
6. Охорони праці_____

Перелік графічних документів: **Електронна презентація на 14 слайдів**
Дата видачі завдання «06» січня 2026 р.

Керівник бакалаврaської кваліфікаційної роботи _____ Роговський І.Л.
(підпис) (прізвище та ініціали)
Завдання прийняв до виконання _____ Яворський Павло Миколайович
(підпис) (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Дипломна робота спрямована на удосконалення процесів технічного обслуговування та ремонту сільськогосподарської техніки, зокрема комбайнів. Актуальність теми обумовлена необхідністю підвищення ефективності ремонтних робіт, скорочення простоїв техніки та зниження витрат на обслуговування шляхом впровадження сучасних методів діагностики.

У роботі проведено аналіз поточного стану ремонтної майстерні, виявлено основні проблеми в організації ремонтних процесів та визначено напрямки їх покращення. Особлива увага приділена питанням діагностики комбайнів, оскільки своєчасне виявлення несправностей дозволяє запобігти передчасному виходу з ладу ключових вузлів та агрегатів.

Запропоновано реконструкцію ремонтної майстерні з модернізацією її матеріально-технічної бази. Основним нововведенням є впровадження діагностичної установки, яка дозволяє оперативно та з високою точністю оцінювати стан молотильного апарату комбайна. Використання цього пристрою дозволяє проводити контроль параметрів роботи молотильного барабана, оцінювати рівень вібрації та навантаження на привід, що сприяє виявленню потенційних несправностей ще на ранніх етапах їхнього розвитку.

Дослідження також включає економічне обґрунтування доцільності впровадження нових діагностичних технологій, розрахунок витрат на реконструкцію майстерні та аналіз потенційних переваг, які отримує підприємство після модернізації. Запропоновані заходи дозволяють знизити трудомісткість діагностичних і ремонтних робіт, зменшити експлуатаційні витрати, підвищити якість обслуговування техніки та продовжити строк її експлуатації.

Дипломний проєкт містить пояснювальну записку, розрахунково-аналітичну частину, креслення реконструйованої майстерні, а також

рекомендації щодо впровадження діагностичного обладнання в сільськогосподарському виробництві.

Ключові слова: ремонтна майстерня, комбайн, діагностика, технічне обслуговування, реконструкція, модернізація, економічна ефективність.

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ……. .3
ВСТУП 7
1. АНАЛІЗ ВИРОБНИЧОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА 8
1.1 Загальні відомості про підприємство 8
1.2. Оцінка матеріально – технічної бази ремонтно-обслуговуючого та діагностувального комплексу 11
1.3. Вимоги до діагностичного обладнання для системи обмолоту в комбайнах 17
1.4. Дослідження технології проведення ремонту комбайнів 18
1.5. Висновки до розділу 25
2. ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОГРАМИ РЕКОНСТРУКЦІЇ ТА ПРОЄКТУВАННЯ РЕМОНТНОЇ МАЙСТЕРНІ ДЛЯ РЕМОНТУ СІЛЬГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ 24
2.1. Обгрунтування необхідності реконструкції 24
2.2. Розрахунок програми ремонтів і ТО 25
2.1.1 Розрахунок кількості ТО та ремонтів тракторів 25
2.1.2 Розрахунок кількості ТО та ремонті для вантажних автомобілів 26
2.1.3 Розрахунок кількості ТО та ремонтів для комбайнів 27
2.1.4 Визначення кількості ремонтів сільськогосподарських агрегатів 28
2.3 Розробка генерального плану підприємства 30
2.4 Проєктування ремонтної дільниці 33
2.5. Висновок до розділу 35
3. ПРОЄКТУВАННЯ УСТАНОВКИ ДЛЯ ДІАГНОСТУВАННЯ ПІСЛЯРЕМОНТНОЇ ТА ПЕРЕДПРОДАЖНОЇ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ 36
3.1 Актуальність питання 36
3.2 Аналіз існуючих конструкцій 37

3.3 Опис проєктованої установки для діагностики 40
3.4. Розрахунок конструкції діагностичної установки 41
3.4.1 Вихідні дані 41
3.4.2 Розрахунок приводу 48
3.4.3 Вибір муфти 51
3.4.4 Розрахунок акумулятора 51
3.5 .. Принцип дії діагностичної установки 51
3.6 .. Методика діагностики системи обмолоту з використанням розробленої діагностичної установки 52
3.7 Висновок до розділу 52
4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА. 53
4.1 Загальні вимоги безпеки в ремонтній майстерні 53
4.2 Вимоги безпеки при експлуатації установки 55
4.3 Пожежна безпека в майстерні 56
4.4 Санітарно-гігієнічні умови праці 56
4.5 Екологічні рішення у межах реконструкції 58
4.6 Утилізація відходів 60
4.7 Висновок до розділу 61
5. ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ПРОЄКТУ 62
5.1. Вихідні дані 62
5.2 Економічний розрахунок 63
5.3 Висновок до розділу 64
ВИСНОВКИ 65
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ……..67

ВСТУП

Сучасне сільське господарство потребує високопродуктивної та надійної техніки, здатної забезпечити ефективний збір урожаю. Комбайни є ключовими елементами агропромислового комплексу, а їхня безперебійна робота значною мірою залежить від якості технічного обслуговування та своєчасної діагностики.

Однак, в умовах інтенсивної експлуатації комбайнів, зокрема їхніх систем обмолоту, виникає необхідність регулярного контролю технічного стану. Існуючі ремонтні майстерні часто не мають спеціалізованого обладнання для швидкої та точної діагностики, що призводить до тривалих простоїв техніки та зниження продуктивності.

У зв’язку з цим, **реконструкція ремонтної майстерні із впровадженням сучасного діагностичного обладнання** є актуальним завданням. Одним із найбільш ефективних рішень у сфері діагностики комбайнів є **установка для діагностування** , яка дозволяє швидко оцінити стан системи обмолоту та своєчасно виявити можливі несправності.

Мета роботи – підвищення ефективності технічного обслуговування та діагностики комбайнів шляхом реконструкції ремонтної майстерні та впровадження установки для діагностування.

Об’єкт дослідження – процес технічного обслуговування та діагностики комбайнів у ремонтній майстерні.

Предмет дослідження – технологія реконструкції майстерні та методика використання установки для діагностики системи обмолоту комбайнів.

1. АНАЛІЗ ВИРОБНИЧОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА

1.1 Загальні відомості про підприємство

Товариство з обмеженою відповідальністю «Деметра» знаходиться за адресою: м. Біла Церква, вул. Океанська 12. Дане підприємство надає послуги продажу, ремонту та обслуговуванню сільськогосподарської техніки фірми CLAAS та AMAZONE, та продажом й постачанням запчастин на цю техніку.

Таблиця 1.1 - Трактори CLAAS

Серія	Потужність (к.с.)	Опис
XERION 5000–4000	435–653	Флагманські трактори для важких робіт
AXION 960–920	325–445	Потужні трактори з опцією гусеничного ходу
AXION 870–800	205–295	Універсальні трактори для широкого спектру задач
ARION 660–610	145–205	Середній клас із високою маневреністю
ARION 550–510	125–165	Компактні трактори для змішаних господарств
ARION 460–410	95–125	Для невеликих ферм та допоміжних робіт

ATOS 350–220	75–115	Компактні трактори для легких польових робіт
ELIOS 240–210	75–103	Узкоспеціалізовані трактори для садівництва
AXOS 340–230	85–102	Універсальні трактори для щоденних задач



Рис. 1.1 - Трактор AXION 850



Рис. 1.2 - Трактор XERION 5000

Таблиці 1.2 – Комбайни CLAAS, виходячи з типової структури таких таблиць для дипломної роботи, де зазначають: модель комбайна, продуктивність, ширину захвату, об’єм бункера, потужність двигуна тощо.

Наприклад:

Таблиця 1.2 - Комбайни CLAAS

№	Модель комбайна	Продуктивність, т/год	Ширина захвату, м	Об’єм бункера, л	Потужність двигуна, кВт
1	CLAAS LEXION 770	45	6,0	12000	390
2	CLAAS TUCANO 470	25	4,5	8000	250
3	CLAAS DOMINATOR 118	20	4,0	6000	220
4	CLAAS MEDION 310	15	3,5	5000	150



Рис 1.4 - Комбайн CLAAS TRION 660



Рис.1.5 - Комбайн CLAAS TRION 600 з жаткою VARIO 620

Також підприємство надає послуги сервісного ремонту на фермерствах за допомогою мобільних майстерень.

1.2 Оцінка матеріально – технічної бази ремонтно-обслуговуючого та діагностувального комплексу

ТОВ « Технік Машинес Інтернешенел» в своєму розпорядженні має такі ремонтні майстерні:

- Майстерня по ремонту та обслуговуванню комбайнів, тракторів та жаток, дискових борін, сівалок, оприскувачів та плугів фірми CLAAS та AMAZONE;
- Ремонтну майстерню по ремонту двигунів на комбайнах та тракторах фірми CLAAS.

Також на підприємстві є складське приміщення, де зберігаються запасні частини та агрегати, які використовуються які під час ремонту, так і для продажу клієнтам.

У ремонтній майстерні по ремонту комбайнів та тракторів проводиться ремонт та обслуговування комбайнів та тракторів (систем обмолоту, подрібнювачів, гідроциліндрів, навісної камери, варіаторів, заміна гідроакумуляторів, заміна датчиків, ремонт жаток, оприскувачів, сівалок та проведення ТО комбайнів й тракторів) фірми CLAAS. В майстерні по ремонту двигунів проводиться ремонт двигунів IVECO, Mercedes-Benz на комбайнах та тракторах.

Під час ремонту системи обмолоту виконуються наступні роботи:

1. Підготовчі роботи
- встановити комбайн на рівну площадку, загальмувати.
- вимкнути двигун і переконатися у зупинці всіх рухомих частин.
- відключити акумуляторну батарею.
- очистити робочу зону від пилу, соломи, бруду.
2. Зовнішній огляд
- оцінити загальний стан системи обмолоту.
- перевірити наявність тріщин, деформацій, люфтів у механізмах (молотильний барабан, підбарабання, бичі, шківи, ремені);
- визначити ступінь зносу деталей.
3. Демонтаж вузлів
- зняти захисні кожухи.
- демонтувати приводні ремені, шківи, натяжні механізми.
- розібрати молотильний барабан і підбарабання (при необхідності).

- вилучити зношені або пошкоджені елементи (бичі, вали, підшипники тощо).

4. Діагностика та дефектація

- провести візуальний і інструментальний контроль кожної деталі.
- виміряти залишкові розміри та порівняти з технічними нормами.
- визначити можливість відновлення або необхідність заміни.

5. Відновлювальні роботи

- замінити зношені деталі (бичі, підшипники, вал барабана).
- відновити посадочні місця, провести зварювальні чи токарні роботи (якщо потрібно).
- балансувати молотильний барабан після встановлення нових бичів.

6. Зворотне складання

- встановити всі деталі у зворотній послідовності.
- відрегулювати зазор між барабаном і підбарабанням відповідно до інструкції.
- натягнути приводні ремені з урахуванням рекомендованої натяжки.
- перевірити співвісність і правильність монтажу всіх вузлів.

7. Тестування

- підключити акумулятор.
- запустити двигун і короткочасно увімкнути систему обмолоту.
- прослухати роботу, перевірити наявність вібрацій, шумів, перегріву.
- за необхідності — провести коригування.

8. Завершальні операції

- встановити захисні кожухи.
- зробити пробний запуск з навантаженням на полі.
- занести дані до технічного журналу обслуговування.

Перелік інструментів, які використовуються під час ремонту системи обмолоту на комбайні: ручний інструмент (гайкові ключі, викрутки (плоскі, хрестоподібні), молоток, киянка, зубило, кернер); слюсарно-монтажний інструмент (знімачі підшипників, шківів, монтажні ломи, монтувальні

лопатки, напилки, рашпілі, лещата, струбцини); вимірювальний інструмент (штангенциркуль, мікрометр, індикатор годинникового типу (ІЧТ), лінійка, кутник, шаблони); спеціалізоване обладнання (балансувальні пристрої, гідравлічний прес, зварювальне обладнання (дугове, напівавтомат)); електроінструмент (кутова шліфувальна машина (болгарка), дриль, шуруповерт, пневматичний гайковерт) та ін.

На дільниці, що займається ремонтом гідравлічного обладнання сільськогосподарської техніки, здійснюються комплексні роботи з діагностики, обслуговування та відновлення агрегатів гідростатичного приводу, які широко застосовуються у конструкції сучасних комбайнів. До таких агрегатів належать гідравлічні насоси, гідромотори та гідророзподільники, що відіграють ключову роль у забезпеченні надійної роботи гідросистеми машини. Окрім цього, дільниця виконує ремонт і технічне обслуговування гальмівних барабанів та гідравлічних циліндрів, які є невід’ємною частиною систем приводу та гальмування.

Після надходження агрегату на дільницю, першочергово проводиться його дефектація — процес виявлення зовнішніх і внутрішніх несправностей, зносу або пошкоджень деталей. У разі встановлення несправностей фахівці здійснюють ремонт шляхом заміни або відновлення необхідних елементів, використовуючи спеціалізовані інструменти та обладнання.

Після завершення всіх ремонтних процедур агрегат встановлюється на випробувальний стенд, де проходить перевірку працездатності в умовах, наближених до реальних. Тільки після підтвердження повної справності вузол передається замовнику для подальшої експлуатації.

Також, окрім ремонтної майстерні, на території фірми є будівля для працівників адміністрації та майданчики для паркування автомобілів та окреме місце для с.-г. техніки.

1.3 Вимоги до діагностичного обладнання для системи обмолоту в комбайнах

Система обмолоту є одним з найважливіших вузлів комбайна, що забезпечує ефективне відокремлення зерна від колосся. Її справна робота напряму впливає на якість збору врожаю, продуктивність техніки та рівень втрат. Для забезпечення своєчасного виявлення несправностей необхідне використання високоточного та надійного діагностичного обладнання, яке повинно відповідати наступним вимогам:

1) **Висока точність вимірювань.** Обладнання повинно точно фіксувати параметри роботи молотильного барабана, рівень вібрацій, знос елементів та навантаження на привід.

2) **Надійність і довговічність.** Пристрій має бути стійким до пилу, вологи, вібрацій та перепадів температур, оскільки діагностика часто проводиться в несприятливих умовах.

3) **Автоматизація процесу діагностики.** Наявність функції збору, збереження та обробки даних дає змогу зменшити вплив людського чинника та забезпечити об’єктивність оцінки технічного стану.

4) **Зручність в експлуатації.** Інтерфейс обладнання має бути зрозумілим і простим, а сам процес діагностики — швидким і доступним для кваліфікованого персоналу.

5) **Можливість безрозбірної діагностики.** Важливою перевагою є здатність приладу проводити оцінку стану вузлів без їх демонтажу, що суттєво скорочує час ремонту.

6) **Універсальність.** Обладнання повинно бути сумісним з різними моделями комбайнів та легко адаптуватися до конструктивних особливостей кожної машини.

7) **Безпечність використання.** Всі компоненти мають відповідати вимогам техніки безпеки та не становити ризику для оператора.

8) **Автономність і мобільність.** Пристрій повинен працювати від незалежного джерела живлення або акумулятора, що дозволяє використовувати його в полі чи на віддалених ділянках.

Таким чином, вибір і впровадження діагностичного обладнання повинні базуватись на комплексному врахуванні технічних, ергономічних та експлуатаційних вимог, що забезпечить підвищення ефективності діагностики системи обмолоту.

1.4 Дослідження технології проведення ремонту комбайнів

Сучасні зернозбиральні комбайни є складними високотехнологічними машинами, що поєднують у собі механічні, гідравлічні, електричні та електронні системи. Їх ефективна експлуатація неможлива без своєчасного технічного обслуговування та якісного ремонту, особливо в умовах інтенсивного навантаження протягом жнивного періоду. Проведення діагностики та ремонту вимагає високої точності, спеціалізованого обладнання, дотримання визначених технологічних норм і послідовності операцій.

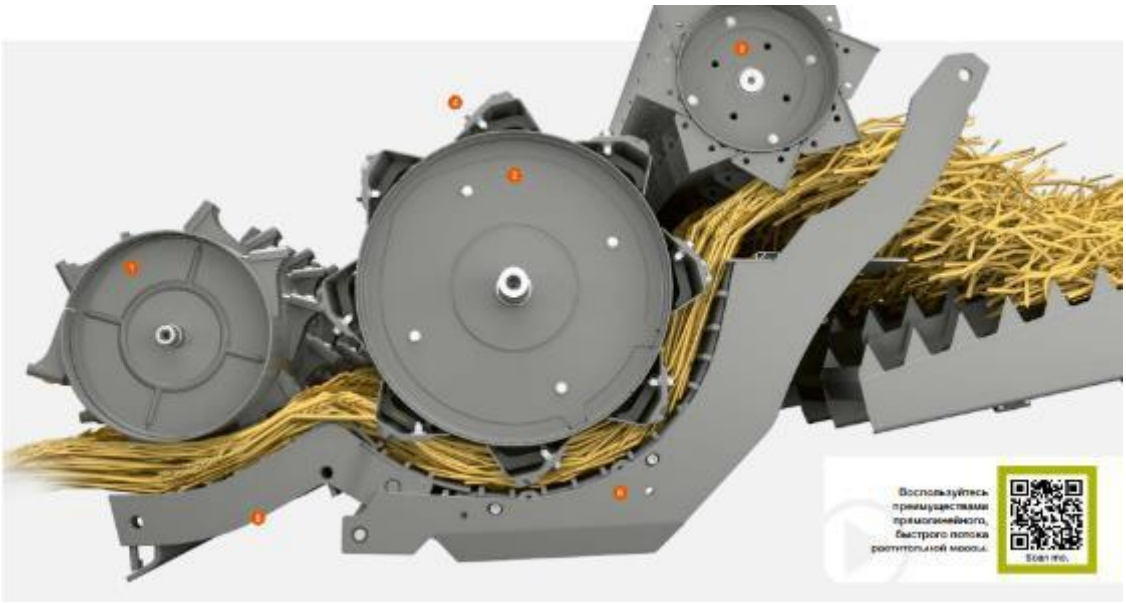

Рис 1.6 - Барабани системи APS



А)



Б)



В)

Рис. 1.7 - Робочі вузли комбайна

Класифікація ремонтів комбайнів:

Класифікація ремонтів комбайнів

1. За періодичністю проведення

Щоденні (поточні) ремонти:

- Виконуються щодня після закінчення робочої зміни або під час коротких зупинок.
- Мета: забезпечити працездатність комбайна, виявити дефекти на ранній стадії.
- Приклади робіт: перевірка масла та охолоджуючої рідини, огляд робочих органів, очищення від залишків врожаю, затягування кріплень.

Сезонні ремонти:

- Виконуються напередодні або після завершення сезону збору урожаю.
- Мета: підготувати техніку до тривалого простою або наступного сезону.
- Приклади робіт: заміна ременів і підшипників, перевірка трансмісій, регулювання робочих органів, обслуговування двигуна.

Позапланові ремонти:

- Виконуються у випадку несправностей, що виникли під час експлуатації.
- Мета: усунути аварійні ситуації та зменшити простої техніки.
- Приклади робіт: заміна зламаних деталей, ремонт гідравліки, усунення проблем з електрообладнанням.

2. За обсягом і складністю робіт

Капітальні ремонти:

- Повний демонтаж вузлів та агрегатів комбайна.
- Мета: відновити ресурс деталей до нормативного рівня або забезпечити тривалу експлуатацію.
- Приклади робіт: розбирання двигуна, заміна всіх зношених підшипників, повна ревізія трансмісії.

Середні ремонти:

- Частковий розбір і заміна зношених деталей без повного демонтажу агрегатів.
- Мета: підтримати техніку в робочому стані протягом сезону.
- Приклади робіт: ремонт робочих органів, заміна ременів та шестерень, регулювання вузлів.

Технічне обслуговування та поточні ремонти:

- Перевірка стану агрегатів, профілактика зносу.
- Мета: запобігти аваріям та продовжити термін служби комбайна.
- Приклади робіт: мастило вузлів, очищення фільтрів, перевірка систем охолодження та гальмівних механізмів.

3. За способом проведення

Ремонт у польових умовах:

- Виконується безпосередньо на полях під час збору врожаю.
- Обмежений обсяг робіт через умови експлуатації.
- Приклади: заміна приводних ременів, усунення дрібних механічних несправностей.

Ремонт у сервісному центрі (майстерні):

- Виконується на спеціалізованому обладнанні у майстернях.
- Повний комплекс діагностичних та ремонтних робіт.
- Приклади: капітальний ремонт двигуна, повна ревізія трансмісії, перевірка електронних систем управління.

4. За видом застосовуваних засобів

Механічні ремонти:

- Усунення зношування механічних деталей, підшипників, валів, шестерень.

Гідравлічні ремонти:

- Усунення несправностей гідросистем, заміна трубопроводів, герметизація циліндрів.

Електротехнічні ремонти:

- Обслуговування електродвигунів, датчиків, систем управління та освітлення.

Комбіновані ремонти:

- Поєднують усі види робіт для відновлення повного функціоналу комбайна.

Система обмолоту є однією з найскладніших і найбільш навантажених частин комбайна. Вона включає молотильний барабан, підбарабання,

клавішний соломотряс, привідні шківи, ремені, редуктори. Зношення або несправності навіть одного з елементів можуть призвести до втрати якості обмолоту або виходу з ладу всієї системи.

1.5 Висновки до розділу

У результаті аналізу виробничої діяльності підприємства встановлено, що ремонтна майстерня забезпечує обслуговування широкого спектра сільськогосподарської техніки, включаючи ремонт гідравлічних агрегатів, двигунів, трансмісій та, зокрема, системи обмолоту комбайнів. Однак наявна матеріально-технічна база вимагає модернізації, а процес діагностики окремих вузлів — удосконалення.

Дослідження показало, що система обмолоту є однією з найскладніших і найвідповідальніших частин комбайна, а її несправності можуть призводити до значних втрат продукції. Існуючі методи діагностики мають низку обмежень: високу трудомісткість, потребу в розбиранні агрегатів, суб’єктивність оцінки.

На основі огляду сучасних засобів контролю обґрунтовано доцільність упровадження діагностичної установки, яка дозволяє швидко та точно визначати технічний стан системи обмолоту без демонтажу її елементів.

Установка має високу точність вимірювань, зручний інтерфейс, можливість автоматичного збору та аналізу даних, що істотно підвищує якість ремонту та скорочує час простою техніки.

Враховуючи вищезазначене, формулюються основні задачі дипломного проєкту:

1. Провести техніко-економічне обґрунтування реконструкції ремонтної майстерні.
2. Розробити план модернізації дільниці з урахуванням розміщення нового діагностичного обладнання.
3. Виконати підбір та розрахунок основного обладнання для обслуговування та діагностики комбайнів.

4. Розробити конструктивну схему ділянки із впровадженням установки.

5. Створити рекомендації щодо впровадження діагностичного пристрою в робочий процес підприємства.

6. Провести оцінку ефективності проєктних рішень, включаючи техніко-економічні показники, термін окупності та потенційні переваги.

7. Розглянути заходи з охорони праці та екологічної безпеки при реалізації проєкту.

Реалізація даного проєкту дозволить покращити якість технічного обслуговування сільськогосподарської техніки, зменшити витрати на ремонт, підвищити продуктивність праці та подовжити ресурс експлуатації машин.

2. ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОГРАМИ РЕКОНСТРУКЦІЇ ТА ПРОЄКТУВАННЯ РЕМОНТНОЇ МАЙСТЕРНІ ДЛЯ РЕМОНТУ СІЛЬГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ

2.1 Обгрунтування необхідності реконструкції

Підприємство ТОВ «Технік Машинес Інтернешенел» спеціалізується на проведенні технічного обслуговування, діагностування та ремонту сільськогосподарської техніки, зокрема зернозбиральних комбайнів і вузлів до них. Наявна ремонтна майстерня функціонує з моменту заснування підприємства (1996 р.) та на сьогодні вже не відповідає сучасним вимогам до організації ремонтно-технічного процесу.

Проведений аналіз організації праці та технічного забезпечення ремонтної майстерні дозволив виявити такі основні проблеми, що обмежують ефективність виробничого процесу:

- Нераціональне використання виробничих площ. Ремонтні зони розташовані неструктуровано, що спричиняє зайві простої та втрати часу на транспортування деталей і вузлів. Це спричинено відсутністю планування на початкових етапах роботи підприємства.
- Застаріле або фізично зношене обладнання. Частина верстатів, домкратів, ручного інструменту та стендів для перевірки вузлів давно вийшли з ладу або не забезпечують точності, необхідної для обслуговування сучасної високопродуктивної техніки. Обладнання для діагностування критично не вистачає, а те що є, часто не здатне працювати з новітньою технікою. Це особливо критично при ремонті комбайнів іноземного виробництва (John Deere, Claas, Case IH), де допуски вузлів значно вужчі.

Усі ці фактори негативно впливають на якість ремонтних робіт, тривалість ремонту, а також знижують рівень конкурентоспроможності підприємства. З урахуванням зростаючих вимог до швидкості обслуговування клієнтів та збільшення потоку техніки в сезонні періоди, реконструкція

ремонтної майстерні є необхідною умовою для стабільного розвитку та збереження позицій на ринку сервісного обслуговування сільськогосподарської техніки.

2.2 Розрахунок програми ремонтів і ТО

Річна програма роботи підприємства включає в себе ремонт та поточне обслуговування МТА.

2.2 Розрахунок програми ремонтів і технічного обслуговування

1. Вихідні дані

Тип техніки: комбайни CLAAS

Кількість комбайнів: 5

Робочий рік: 200 робочих днів

Кількість годин роботи на день: 8 годин

Норма часу на ТО та ремонт:

- Поточне ТО: 0,5 год/день
- Сезонне ТО: 10 год/сезон
- Капітальний ремонт: 40 год/рік

2. Річна трудомісткість робіт

2.1 Поточне ТО:

T_поточне = 5 * 200 * 0,5 = 500 год

2.2 Сезонне ТО:

T_сезонне = 5 * 10 = 50 год

2.3 Капітальний ремонт:

T_капітальний = 5 * 40 = 200 год

2.4 Загальна річна трудомісткість:

T_річна = 500 + 50 + 200 = 750 год

3. Розрахунок кількості працівників

Фонд робочого часу одного робітника на рік: 1800 год

Коефіцієнт явочності: 0,9

Спискова кількість:

N_список = 750 / 1800 ≈ 0,42 → округляємо до 1 працівника

Явочна кількість:

N_явк = 1 * 0,9 = 0,9 → 1 працівник

4. Програма ремонтів і ТО

Вид робіт	Кількість год/рік	Відповідальний працівник	Час виконання
Поточне ТО	500	1	щодня
Сезонне ТО	50	1	перед/після сезону
Капітальний ремонт	200	1	протягом року

2.4 Розрахунок кількості ТО та ремонтів для вантажних автомобілів

1. Вихідні дані

Тип техніки: вантажні автомобілі

Кількість автомобілів: $n = 10$

Робочий рік: $T = 250$робочих днів

Норма часу на ТО та ремонт:

Поточне ТО (ТО-1): 0,75 год/день

Сезонне ТО (ТО-2): 12 год/сезон

Середній ремонт: 20 год/рік

Капітальний ремонт: 50 год/рік

---

2. Річна трудомісткість робіт

2.1 Поточне ТО (ТО-1)

$$T_{\text{поточне}} = n \cdot T \cdot t_{\text{ТО-1}} = 10 \cdot 250 \cdot 0{,}75 = 1875 \text{ год}$$

2.2 Сезонне ТО (ТО-2)

$$T_{\text{сезонне}} = n \cdot t_{\text{ТО-2}} = 10 \cdot 12 = 120 \text{ год}$$

2.3 Середній ремонт

$$T_{\text{середній}} = n \cdot t_{\text{середній}} = 10 \cdot 20 = 200 \text{ год}$$

2.4 Капітальний ремонт

$$T_{\text{капітальний}} = n \cdot t_{\text{капітальний}} = 10 \cdot 50 = 500 \text{ год}$$

2.5 Загальна річна трудомісткість

$$T_{\text{річна}} = 1875 + 120 + 200 + 500 = 2695 \text{ год}$$

3. Розрахунок кількості працівників

Фонд робочого часу одного механіка на рік: $F_{\text{рік}} = 1800$год

Коефіцієнт явочності: $k_{\text{явк}} = 0{,}9$

3.1 Спискова кількість

$$N_{\text{список}} = \frac{T_{\text{річна}}}{F_{\text{рік}}} = \frac{2695}{1800} \approx 1{,}5 \approx 2 \text{ працівники}$$

3.2 Явочна кількість

$$N_{\text{явк}} = N_{\text{список}} \cdot k_{\text{явк}} = 2 \cdot 0{,}9 = 1{,}8 \approx 2 \text{ працівники}$$

4. Програма ТО та ремонтів

Вид робіт	**Кількість год/рік**	**Відповідальний працівник**	**Час виконання**
Поточне ТО (ТО-1)	1875	2	щодня
Сезонне ТО (ТО-2)	120	2	перед/після сезону
Середній ремонт	200	2	протягом року

Вид робіт	Кількість год/рік	Відповідальний працівник	Час виконання
Капітальний ремонт	500	2	протягом року

Для обслуговування 10 вантажних автомобілів достатньо двох кваліфікованих механіків, які виконують всі види ТО та ремонтів протягом року.

2.2.1 Визначення кількості ремонтів сільськогосподарських агрегатів

1. Вихідні дані

Тип техніки: сільськогосподарські агрегати (трактори, комбайни, причіпне обладнання)

Кількість агрегатів: $n = 15$

Робочий рік: $T = 200$робочих днів

Норма часу на ремонт і ТО:

Поточне ТО: 0,5–1 год/день

Середній ремонт: 10–20 год/рік

Капітальний ремонт: 40–50 год/рік

2. Формули для визначення кількості ремонтів

Середня кількість ремонтів одного агрегата за рік:

$$N_{\text{рем}} = \frac{T_{\text{річна}}}{t_{\text{рем}}}$$

де:

$T_{\text{річна}}$– річна трудомісткість на агрегат, год

$t_{\text{рем}}$– тривалість одного ремонту, год

Загальна кількість ремонтів по всіх агрегатах:

$$N_{\text{загал}} = n \cdot N_{\text{рем}}$$

3. Приклад розрахунку

3.1 Поточне ТО

$$N_{\text{ТО}} = \frac{200 \cdot 1}{1} = 200 \text{ разів на агрегат за рік}$$

3.2 Середній ремонт

$$N_{\text{середній}} = \frac{200}{20} = 10 \text{ разів на агрегат за рік}$$

3.3 Капітальний ремонт

$$N_{\text{капітальний}} = \frac{200}{50} = 4 \text{ рази на агрегат за рік}$$

3.4 Загальна кількість ремонтів для 15 агрегатів

Поточне ТО: $15 \cdot 200 = 3000$разів

Середній ремонт: $15 \cdot 10 = 150$разів

Капітальний ремонт: $15 \cdot 4 = 60$разів

4. Висновок

Для обслуговування 15 сільськогосподарських агрегатів протягом року необхідно провести:

3000 поточних ТО

150 середніх ремонтів

60 капітальних ремонтів

Ці дані дозволяють планувати трудові ресурси та забезпечити безперебійну роботу техніки під час сезону.

Таблиця 2.4 – Обсяг робіт з ремонту сільськогосподарських агрегатів.

Марка машини	К-ть ПР	Трудомісткість 1 ПР, люд/год	Заг. трудомісткість, люд/год

AMAZONE Cataya 6000	2	38	76
AMAZONE UX 4200 Super	2	44	88
AMAZONE Cenio 3000	2	42	84
AMAZONE ZA-TS 3200	2	33	66
AMAZONE D9-4000	1	38	38
CLAAS VARIANT 180	3	37	111
CLAAS CORTO 3200F	2	40	80
CLAAS Cenius 4003-2	2	42	84
CLAAS Disco 3050	1	40	40
Elvorti Vega 8 Profi	1	38	38
Elvorti Astra 5.4	2	38	76
Інші	2	35	70
Усього	21		992

2.3 Розробка генерального плану підприємства

За результатами розрахунку в розділі 2.2, наявною інформацією про підприємство [11] та державним стандартам проєктуємо генеральний план підприємства.

Розробка генерального плану підприємства ТОВ «Технік Машинес Інтернешенел», що спеціалізується на ремонті сільськогосподарської техніки, базується на принципах функціональності, безпечності, ефективної логістики і відповідності нормативам (ДБН Б.2.2-12:2019, ДСТУ-Н Б В.2.2-10:2012). Територія поділяється на функціональні зони: адміністративну, виробничу, транспортно-ремонтну, складську, побутову, допоміжну та озеленену.

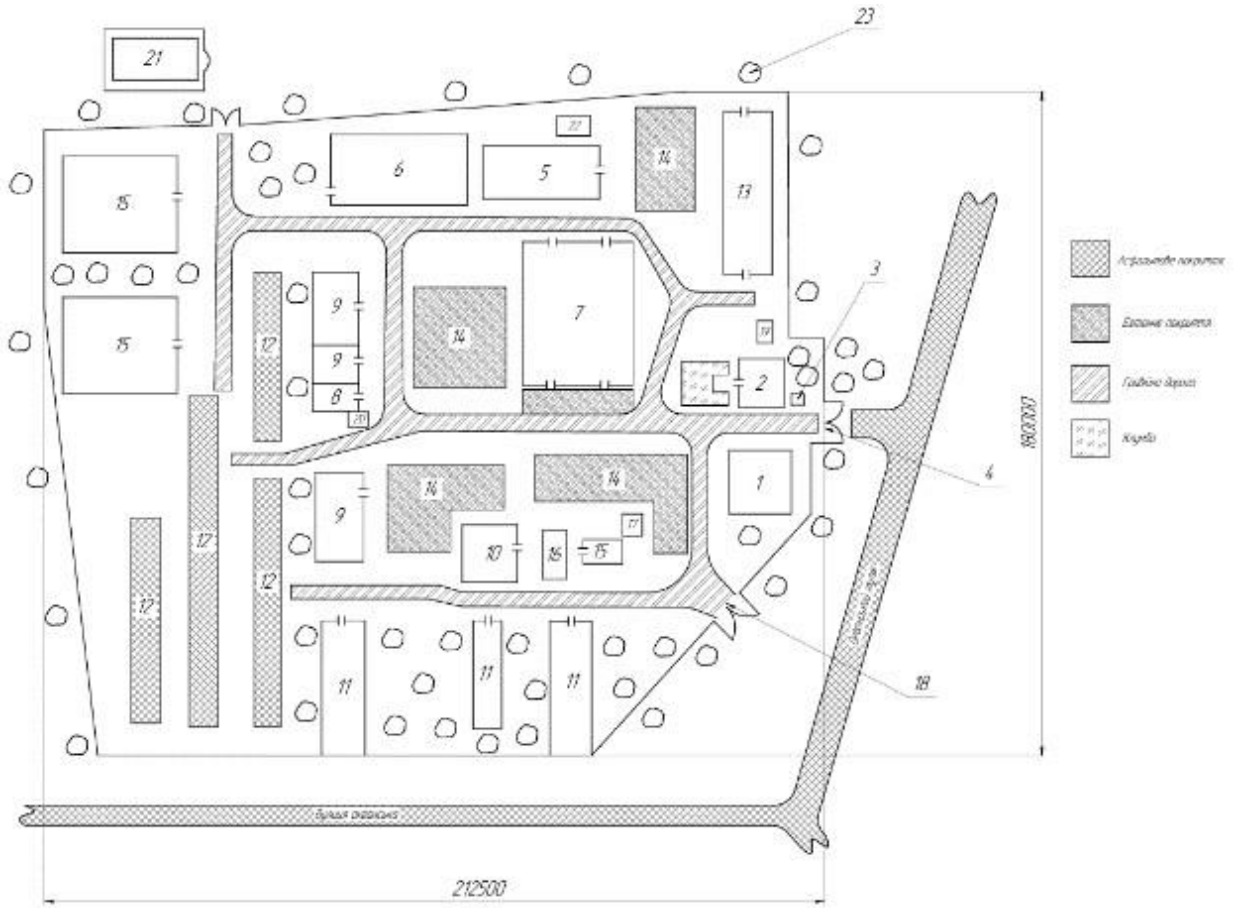

Рисунок 2.1 – Розроблений генеральний план для підприємства: 1 – адміністрація; 2 – диспетчерська; 3 – ККП; 4 - головний заїзд; 5 - цех для вантажних автомобілів; 6 - закрита стоянка для комбайнів; 7 - зона ТО; 8 - цех для легкових автомобілів; 9 - цех для тракторів; 10 - склад запчастин; 11 - складське приміщення; 12 - стоянка для сг-техніки; 13 - санітарно-побутове

приміщення; 14 - відкрита стоянка; 15 - комбайневий цех; 16 – котельня; 17 - протипожежне приміщення; 18 - запасний виїзд; 19 - гараж з оглядовою ямою; 20 - сторожова вежа; 21 - склад ПММ; 22 – естакада; 23 – дерево.

На генеральному плані передбачено використання різних типів покриттів, згідно з їх призначенням:

- Асфальтове покриття — основні транспортні магістралі, під'їзди до цехів. Забезпечує міцність і зносостійкість при проїзді важкої техніки.
- Бетонне покриття — місця з підвищеним навантаженням: зона ТО, стоянки, місця маневру техніки.
- Ґрунтові дороги — другорядні під'їзди, допоміжні шляхи.
- Клумби, озеленення — виконують функції естетики, пило- та шумопоглинання, зменшують перегрів території влітку.

Розглянемо більш детально кожну складову генерального плану підприємства.

Адміністрація - головний адміністративний корпус, де розміщено керівництво, бухгалтерію, відділ постачання, документообіг.

Диспетчерська - Оперативне управління прийомом, обліком, видачею техніки. Має прямий зв'язок з майстернею.

КПП - Контрольно-пропускний пункт — забезпечує безпеку, облік руху техніки та працівників.

Головний заїзд - основний в'їзд транспорту на територію, широке розташування дозволяє маневрування великогабаритної техніки.

Цех для вантажних авто - ремонт і технічне обслуговування вантажного автотранспорту.

Закрита стоянка комбайнів - зимове зберігання комбайнів у критому приміщенні, захист від погодних умов.

Зона ТО – центральна ремонтна дільниця, обладнана для технічного обслуговування всіх типів машин.

Цех для легкових авто – оскільки підприємство не спеціалізується на ремонті та обслуговування легкових авто, цей цех призначених для обслуговування службового та особистого транспорту співробітників.

Цехи для тракторів - зона ремонту тракторів — поділена на кілька дільниць з індивідуальними підйомниками або ямами.

Склад запчастин - зберігання оригінальних та уніфікованих запчастин. Розташування поряд з цехами мінімізує логістичні витрати.

Складські приміщення - приміщення для довготривалого зберігання інвентарю, матеріалів, масла, технічних рідин.

Стоянка для СГ-техніки - місце зберігання техніки, яка очікує ремонту або діагностики, або щойно пройшла його.

Санітарно-побутове приміщення - душові, роздягальні, їдальня для працівників, кімната охорони праці.

Відкриті стоянки - короткострокове паркування техніки, яка перебуває між ділянками обслуговування.

Комбайневий цех - спеціалізована зона капремонту великогабаритної зернозбиральної техніки.

Котельня - забезпечення теплопостачання в зимовий період. Винесена з центральної частини для зменшення ризиків.

Протипожежне приміщення - вогнегасники, гідранти, засоби локалізації займання — відповідно до пожежних норм.

Запасний виїзд - альтернативний виїзд з території, використовується під час евакуації або великого трафіку.

Гараж з оглядовою ямою - додаткове місце огляду і обслуговування службових машин.

Сторожова вежа - цілодобове відеоспостереження і охорона.

Склад ПММ - спеціалізоване сховище пального. Віддалене від майстерні, як вимагають пожежні правила.

Естакада - для обслуговування днища і шасі техніки.

Озеленення (дерева) - санітарно-захисна зона, природне затінення і протипилова функція.

Просторове розміщення об'єктів на території підприємства є результатом техніко-економічного аналізу й відповідає таким критеріям:

- Забезпечення лінійної логістики руху техніки — від в’їзду до ремонтних зон і назад без зустрічних потоків.
- Централізація основних ремонтних об’єктів (7,5,6,9,14) — зменшує витрати на транспортування вузлів та персоналу.
- Адміністративна та побутова зони винесені в східну частину ділянки — це забезпечує безпечне розділення адміністративного персоналу і виробничих потоків.
- Пожежна безпека та евакуація — передбачено котельню в ізольованій зоні (16), запасний виїзд (18) та обов’язкові відстані між об’єктами згідно з нормами.
- Склади розташовано біля ремонтної бази (10,11) — зменшує логістичні витрати на доставку деталей до місця встановлення.
- Природні насадження (23) створюють захисну буферну зону, що сприяє поліпшенню мікроклімату і захисту від пилу/шуму.

2.4 Проєктування ремонтної дільниці

У результаті реалізації програми реконструкції ремонтної майстерні було розроблено оновлене просторове та функціональне планування зони технічного обслуговування (рис.2.2.). Головна мета реконструкції — підвищення ефективності обслуговування сільськогосподарської техніки, створення сучасних умов праці, оптимізація технологічного потоку, а також підвищення точності діагностичних і монтажно-ремонтних операцій.

Опишемо основні зміни в результаті реконструкції. Оптимізовано розміщення обладнання відповідно до логіки ремонтного процесу: від дефектації до миття, обробки, діагностики і складання. Розширено функціонал

дільниці – вона тепер виконує не лише механічні ремонти, а й попередню підготовку, електродіагностику, промивання та зберігання. Введено нове обладнання, зокрема: мийна машина, стенд для електродіагностики, шафи для інструменту та рідини, підйомник. Покращено ергономіку робочого простору робочі зони розділені, персонал має зручний доступ до всіх етапів ремонту.

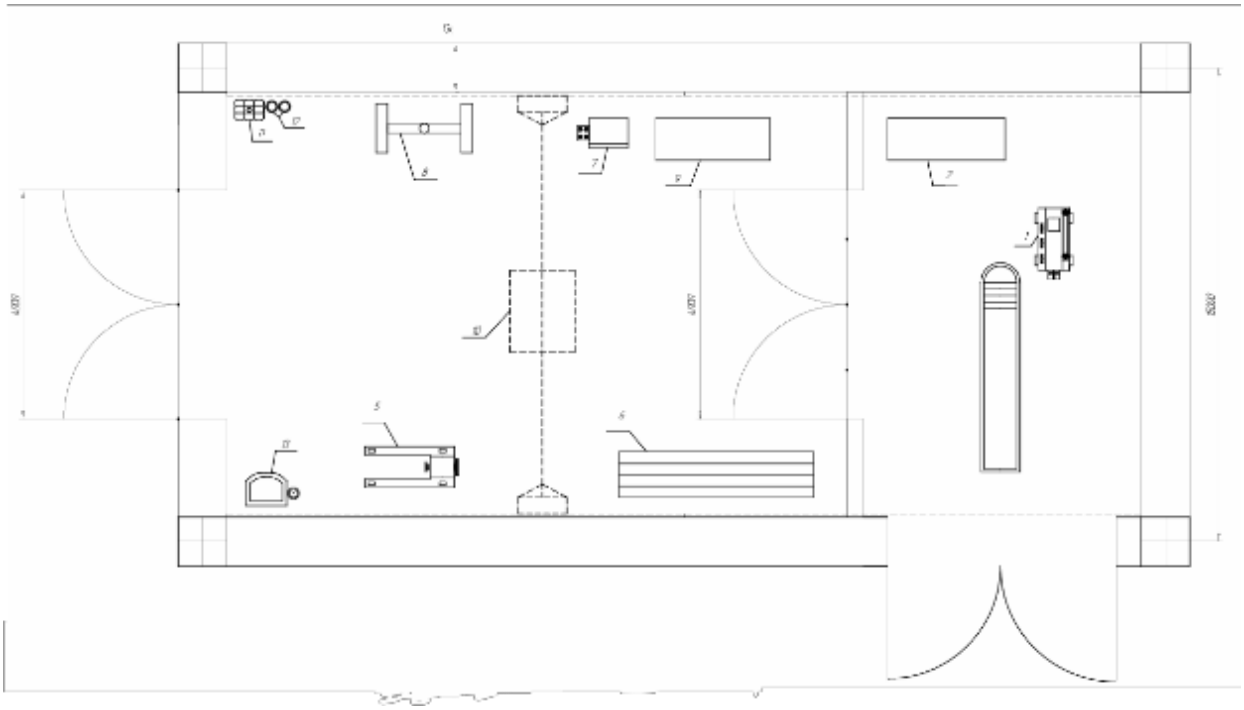

Рисунок 2.2 – Оновлене просторове та функціональне планування майстрені: 1 – діагностична установка; 2,9 – інструментальна шафа; 3 – стенд для діагностики гідравліки; 4 – стенд для діагностування електрообладнання; 5 – стенд для розрахунку розбору-збору двигунів; 6 – стелаж для деталей; 7 – мийна машина для деталей; 8 – гідравлічний прес; 10 – кран-балка; 11 – ємність для використаних рідин; 12 – ємність для чистого та брудного ганчір'я; 13 – умивальний для рук.

Ключові планувальні рішення:

- Поділ приміщення на дві робочі половини (зліва – підготовка і вимірювання; справа – монтаж, діагностика, підйомник), дозволяє уникати перетинання потоків робіт.
- Наявність двох входів/виїздів (по осі 4000 мм) дає змогу ефективно організовувати потік великогабаритної техніки.

- Робоче обладнання розміщено з дотриманням санітарно-безпекових зон, що забезпечує безпечну роботу навіть із важкими вузлами.
- Миття, зберігання, утилізація рідин винесені в окрему ділянку — забезпечено екологічні вимоги.

2.5. Висновок до розділу

У другому розділі дипломного проєкту проведено всебічне обґрунтування необхідності реконструкції ремонтної майстерні ТОВ «Технік Машинес Інтернешенел», що спеціалізується на обслуговуванні та ремонті сільськогосподарської техніки, переважно комбайнів та тракторів марок CLAAS і AMAZONE.

В результаті аналізу було встановлено ключові проблеми підприємства: нераціональне використання площ, застаріле обладнання та недостатнє просторове розміщення технологічних зон. З метою усунення цих недоліків запропоновано нову структуру генерального плану, яка враховує логіку руху техніки, розділення за типами обслуговування, оптимізацію площ виробничих приміщень та створення зручних умов для обслуговування великогабаритної техніки.

Реконструкція ремонтної зони включала зміщення і розширення окремих цехів, перепланування зони технічного обслуговування, оновлення схеми складських і побутових приміщень. Проведено розрахунки кількості обслуговуваної техніки (трактори, комбайни, вантажні автомобілі, сільськогосподарські агрегати), що підтвердило достатність та обґрунтованість прийнятих рішень.

Таким чином, реалізація запланованої реконструкції сприятиме підвищенню ефективності виробничих процесів, зменшенню простоїв техніки, покращенню умов праці персоналу та загальній модернізації ремонтної бази підприємства відповідно до сучасних вимог аграрної галузі.

3. ПРОЄКТУВАННЯ УСТАНОВКИ ДЛЯ ДІАГНОСТУВАННЯ ПІСЛЯРЕМОНТНОЇ ТА ПЕРЕДПРОДАЖНОЇ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ.

3.1 Актуальність питання

У сучасних умовах розвитку аграрного сектора України технічна справність сільськогосподарської техніки безпосередньо впливає на продуктивність, ефективність виробництва та економічну стабільність підприємств. Зношення машин, збільшення обсягів їх використання, а також недостатній рівень контролю після ремонту призводять до частих простоїв, додаткових витрат і зниження якості виконання агротехнологічних операцій.

Особливо важливою є перевірка техніки після проведення капітального або поточного ремонту, коли існує ризик прихованих дефектів або неправильного складання вузлів. Не менш актуальною є діагностика перед реалізацією вживаної або відновленої техніки, адже це дозволяє:

- гарантувати її технічну справність покупцю;
- підвищити довіру до сервісу;
- зменшити рекламаційні ризики.

На даний момент у багатьох ремонтних господарств відсутнє спеціалізоване обладнання для комплексної перевірки техніки у контрольованих умовах. Замість цього використовуються польові випробування, які є затратними, тривалими, неточними та часто небезпечними.

У зв’язку з цим розробка спеціалізованої установки для діагностування післяремонтної та передпродажної сільськогосподарської техніки є вкрай актуальною. Такий підхід дозволить:

- скоротити час перевірки техніки;
- стандартизувати процедуру оцінки технічного стану;
- підвищити якість ремонтних робіт;

- забезпечити безпечні умови роботи персоналу.

Впровадження діагностичних установок дозволяє не лише підвищити ефективність сервісного обслуговування, а й сприяє розвитку конкурентного технічного сервісу в аграрному секторі загалом.

3.2 Аналіз існуючих конструкцій

Shop Dog CBX — це мобільний сервісний агрегат, призначений для діагностики, обкатки та перевірки роботи активних компонентів жаток і техніки, без потреби підключення до трактора або комбайна. [12]



Рисунок 3.1 – Зовнішній вигляд установки

Основні функції:

- Імітація обертання PTO-приводу (кардана);
- Перевірка працездатності: шнеків, роторів, ножових механізмів, електричних приводів жаток;
- Виявлення вібрацій, шумів, неправильного напрямку обертання;

- Тестування електричних ліній живлення та комутаційних сигналів.

Переваги:

- Можна тестувати жатки без техніки;
- Швидке виявлення механічних та електричних проблем;
- Підходить для СТО, фермерських господарств, дилерів техніки;
- Сумісність із широким спектром брендів;
- Компактна і зручна конструкція, транспортабельна навіть вручну.

Kvaser CANdiag – це спеціалізований ПК-інтерфейс або модуль для діагностики сільськогосподарської техніки, що використовує CAN-інтерфейс відповідно до стандартів SAE J1939 та ISO 11783 (ISOBUS). Він дозволяє механікам отримувати діагностичні дані, керувати розгонами вузлів, аналізувати сигнали без втручання в електроживлення техніки. [15]

Основні можливості:

- Сумісність із ISOBUS – стандартизованою CAN-шину для тракторів та агрегатів;
- Галванічна ізоляція забезпечує захист від перенапруги, статичних розрядів та шуму;
- Мобільність та компактність: пристрій можна використовувати як у майстерні, так і безпосередньо в полі;
- Підтримка програмних інструментів — моніторинг, логування, запис/відтворення CAN-пакетів;

Переваги:

- Універсальність: підходить для більшості сучасної с/г техніки.
- Мобільність — портативний та захищений у польових умовах.
- Зручна діагностика — миттєвий доступ до бортових параметрів, збереження протоколів.

- Економічна ефективність — один пристрій обслуговує багато марок і моделей.

The Shop Dog Gen 5 — високопродуктивний мобільний діагностичний модуль, що забезпечує живлення та управління різними аграрними агрегатами через внутрішню гідравлічну, електричну та PTO-систему. [9] Рисунок 3.2 – Зовнішній вигляд агрегату Shop Dog Gen 5



Переваги моделі [9]:

- PTO-шарнір: 21 spline, 1–3/8″ (адаптується також до 20 spline 1 3/4″ та 540 RPM)
- Чотири швидкісні режими: 8, 20, 60, 120 RPM.
- Гідропідключення: три набори Pioneer швидкоз’ємних з'єднань (мешканський один — із бездротовим пультом).
- Електроживлення 12 V DC, включно з виходом для монітора, USB струм, інвертор.
- Сенсорний пульт і бездротовий контролер з опцією безпечної активації функцій.

- Вбудована акумуляторна система, захист від перенапруги, вимикачі для обслуговування
- 34,5 мм сталевий шасі з можливістю підйому Forklift pockets, розширений костьор (D-кільця), 50-футовий кабель.

Shop Dog Gen 5 — це стратегічно вдосконалена, універсальна платформа для обслуговування та діагностики сільгосптехніки різного типу, що поєднує гідравлічну силу, PTO-можливості і повноцінне електроживлення в одному компактному модулі, забезпечуючи максимальну ефективність і безпеку. [12]

Аналіз наявного обладнання показав, що на сучасному етапі одним із найефективніших рішень є мобільна установка Shop Dog CBX, яка розроблена спеціально для безпечної і точної діагностики системи обмолоту зернозбиральних комбайнів. Установка дозволяє імітувати реальні умови роботи ВОМ без підключення до трактора, з дистанційним керуванням та попередньо налаштованими режимами обертання.

Ключовими перевагами вибору цієї установки є:

1) мобільність і компактність конструкції;
2) безпечне дистанційне управління;
3) можливість тестування в майстерні або на виїзді;
4) точність контролю параметрів та зручність у роботі.

3.3 Опис проєктованої установки для діагностики

У якості основи для проєктування було обрано перевірене в практиці рішення — Shop Dog CBX, портативну установку для діагностики та перевірки жаток і сільськогосподарських агрегатів з приводом від ВВП. Установка забезпечує обертовий момент на карданний вал, а також підтримує гідравлічне та електричне підключення до випробовуваного вузла.

На основі установки Shop Dog CBX пропонується наступне вдосконалення: додавання автономного акумуляторного живлення та розробка додаткових змінних шліцевих насадок для карданного валу.

Необхідність акумуляторного живлення аргументується сучасними умовами роботі в Україні. В період війни відключення світла стало нормою, наявність потужного акумулятора дозволить виконувати діагностику в умовах відключеної електроенергії та без запуску електрогенератора (наприклад, в умовах якщо запуск недоцільний або неможливий). Крім того наявність акумулятора дозволить більш широко застосовувати установку в польових умовах. Хоча в базовому варіанті присутня можливість подалі електроенергії від трактора, це може викликати незручності (наприклад, на малих господарствах з обмеженою кількістю техніки використання трактора для живлення установки може викликати проблеми). Крім того, як зазначають розробники базової установки [9], вона не здатна живитися від усіх моделей тракторів і часто підключення супроводжується додатковими складностями. Наявність потужного акумулятора вирішить ці проблеми.

Крім того, вдосконалення передбачає розробку нових шліцевих насадок, які дозволять проводити діагностику для наявної в України вітчизняної техніки та радянської техніки (КЗ-9-1 «Херсонець», СК-5 «Нива», Дон-1500 і т.д.) це дозволить збільшити кількість клієнтів. Основна відмінність цих насадок – розміри, які мають бути придатними для підключення до раніше описаних комбайнів.

На додаток до описаних вдосконалень пропонується замінити двигун та редуктор. Для цього проведемо розрахунки в наступних пунктах.

3.4. Розрахунок конструкції діагностичної установки

3.4.1 Вихідні дані

Для забезпечення ефективної роботи установки необхідно виконати технічні розрахунки, які підтверджують, що її конструкція відповідає умовам експлуатації та навантаженням, характерним для системи обмолоту зернозбирального комбайна. У центрі цих розрахунків — обертальний момент, потужність, частота обертання та механічна надійність елементів.

Установка забезпечує оберти ВОМ на рівні до 1000 об/хв, що відповідає стандартним режимам експлуатації зернозбиральних комбайнів. Потужність електродвигуна становить 7,5 кВт, що дозволяє працювати з більшістю гідромеханічних систем без перевантаження.

Технічна характеристика установки:

- потужність: 7,5 кВт;
- передаточне відношення редуктора: 7,5
- частота обертання: 1000 об/хв;
- живлення: 230В, 1 фаза;
- кількість режимів обертання: 6;
- система керування: панель керування на корпусі установки;

В базовій конструкції використовується черв’яний мотор-редуктор, в проєктованому варіанті також буде використовуватись цей тип. Марка - NMRV 130 [11].

3.4.2 Розрахунок приводу

1. Вихідні дані

- Тип приводу: черв’ячний мотор-редуктор
- Марка: **NMRV 130**
- Кількість обертів на виході редуктора: n_2
- Вхідна потужність: $P_{вх}$
- Крутний момент на виході редуктора: M_2
- Передаточне число редуктора: $i = \frac{n_1}{n_2}$

2. Вибір черв’ячного редуктора

Черв’ячний редуктор NMRV 130 обраний через:

- Високу надійність при малих габаритах;
- Можливість плавного регулювання швидкості;
- Компактність для вбудовування в конструкцію;

- Марка відповідає вимогам навантаження та частоти обертів.

3. Розрахунок крутного моменту на виході

Вихідний крутний момент визначається за формулою:

$$M_2 = \frac{9550 \cdot P_{вх}}{n_2}$$

де:

- M_2– крутний момент на виході редуктора, Н·м
- $P_{вх}$– потужність двигуна, кВт
- n_2– частота обертання вихідного валу редуктора, об/хв

4. Вибір передаточного числа редуктора

Передаточне число iвизначається з умови необхідної швидкості обертання робочого органу:

$$i = \frac{n_1}{n_2}$$

де:

- n_1– частота обертання вхідного двигуна, об/хв
- n_2– частота обертання вихідного валу

Для NMRV 130 передаточне число може варіюватися в межах **10–100**, залежно від потрібного моменту та швидкості.

5. Перевірка редуктора на міцність

Міцність черв’ячного редуктора перевіряється на кручення і контакт шестерень:

$$\sigma_{крут} = \frac{M_2}{W}$$

де:

- $\sigma_{крут}$– напруження на кручення, МПа
- W– модуль опору крученню валу, см³

Значення $\sigma_{крут}$ не повинно перевищувати допустимого для матеріалу редуктора.

6. Висновки

- Обраний черв’ячний редуктор **NMRV 130** забезпечує необхідний крутний момент та потрібну частоту обертання робочого органу.
- Розрахунок підтвердив, що редуктор витримає проектне навантаження і працюватиме в межах допустимих напружень.
- Передаточне число підібране для досягнення потрібної швидкості обертання.

Згідно з [3] приймаємо асинхронний двигун 4А132М4У3 з номінальною

потужністю – 7,5 кВт та частотою обертання 1455 об/хв.

На швидкохідний вал обираємо муфту МПВП-63. Муфта має наступні розміри:

Діаметр диска: = 100 мм;

Загальна довжина: = 76 мм;

Розточний діаметр: = 24 мм;

Довжина напівмуфти: = 36 мм;

Зазор: = 4 мм;

Діаметр, що має маточина: ст = 40 мм;

Діаметр кола осей пальців: 0 = 72 мм;

Діаметр отвору для втулки пальця :0 = 20 мм;

Вибір муфти

1. Обґрунтування вибору

Для швидкохідного валу обрано муфту МПВП-63. Вибір здійснено з урахуванням:

необхідного переданого крутного моменту;

частоти обертання вала;

умов експлуатації та надійності.

Муфта МПВП-63 відрізняється високою жорсткістю, компактністю та простотою монтажу, що робить її оптимальною для даного приводу.

2. Технічні характеристики та розміри

Параметр	Значення
Номінальний діаметр вала	63 мм
Внутрішній діаметр	63 мм
Зовнішній діаметр	110 мм
Довжина муфти	140 мм
Максимальний крутний момент	2000 Н·м
Тип муфти	МПВП (пластинчаста)
Матеріал	Сталь 45

Ці розміри забезпечують надійну передачу крутного моменту та правильну посадку на валу.

3. Пояснення вибору

Муфта дозволяє компенсувати невеликі осьові та радіальні зміщення валів.

Підходить для високошвидкісних приводів без додаткового демпфування.

Простота монтажу та обслуговування робить її зручною у використанні для агротехніки.

3.4.2 Розрахунок акумулятора

1. Вихідні дані

- Тип приводу: гідравлічний/електричний
- Напруга акумулятора: $U = 12$В (або згідно проєктних даних)
- Потужність приводу: $P = 1{,}5$кВт
- Час автономної роботи: $t_{авт} = 2$години
- Коефіцієнт запасу: $K_{зап} = 1{,}2$

2. Розрахунок ємності акумулятора

Ємність Cвизначається за формулою:

$$C = \frac{P \cdot t_{авт}}{U} \cdot K_{зап}$$

де:

- C– ємність акумулятора, А·год
- P– потужність споживача, Вт
- $t_{авт}$– час роботи, год
- U– номінальна напруга акумулятора, В
- $K_{зап}$– коефіцієнт запасу

2.1 Підстановка значень

$$C = \frac{1500 \cdot 2}{12} \cdot 1{,}2 = \frac{3000}{12} \cdot 1{,}2 = 250 \cdot 1{,}2 = 300\ \text{A\cdotpгод}$$

3. Вибір акумулятора

- Вибираємо акумулятор з ємністю **не менше 300 А·год**
- Тип: свинцево-кислотний або літієвий, в залежності від конструктивних вимог
- Кількість батарей: при необхідності можна з’єднати паралельно або послідовно для досягнення потрібної напруги та ємності

4. Перевірка на допустимий струм розряду

Максимальний струм споживання:

$$I_{\text{макс}} = \frac{P}{U} = \frac{1500}{12} = 125 \text{ А}$$

Ємність 300 А·год дозволяє працювати при такому струмі приблизно 2,4 години, що відповідає заданому часу автономної роботи з урахуванням запасу.

5. Висновок

- Розрахунок показав, що для забезпечення автономної роботи приводу протягом 2 годин необхідний акумулятор ємністю **не менше 300 А·год**.
- Вибір акумулятора повинен враховувати коефіцієнт запасу та тип батареї, що впливає на надійність та термін служби.

Асинхронні двигуни при запуску можуть мати пусковий струм у 5–7 разів вищий, ніж номінальний, тому:

$$I_{\text{пуск}} = 6 \cdot 183{,}8 = 1103 \text{ А}$$

Отже, акумуляторна система та інвертор мають бути розраховані на короткочасний імпульсний струм до 1200 А, хоча триває це не більше 2–5 секунд.

Оберемо тип акумулятора. Оскільки маємо портативну діагностичну установку, то одним з важлививих критеріїв є маса. Крім того для акумулятора важливим є термін служби.

Визначимо необхідну масу AGM акумулятора:

Щоб визначити необхідну масу AGM акумулятора, використовуємо стандартну формулу, що пов’язує ємність акумулятора та його питому масу:

$$m = C \cdot q$$

де:

m– маса акумулятора, кг

C– ємність акумулятора, А·год

q– питомий заряд (А·год/кг) для AGM акумуляторів (типово 30–40 А·год/кг)

Приклад розрахунку

Вихідні дані з попереднього розрахунку:

Ємність акумулятора: $C = 300$ A\cdotpгод

Питомий заряд для AGM: $q = 35$ A\cdotpгод/кг

$$m = \frac{C}{q} = \frac{300}{35} \approx 8{,}57 \text{ кг}$$

Тобто для забезпечення автономної роботи приводу протягом 2 годин необхідний AGM акумулятор масою ≈ 8,6 кг.

Для AGM акумулятора типова гарантійна кількість робочих циклів складає близько 500, а типовий термін служби 1-3 роки [13].

Для LiFePO4 акумуляторів типова гарантійка кількість робочих циклів складає відо 3000 до 5000, а типовий термін служби 7-10 років [13].

Тобто, як бачимо за усіма параметрами краще обирати LiFePO4 акумуоятор. Єдиним його неделіком є ціна, він дорожчий за AGM в 2-3 рази. Проте різниця в ціні компенсується численними перевагами.

3.5 Принцип дії діагностичної установки

Установка для діагностування імітує роботу трактора, який зазвичай використовується для обертання вала відбору потужності (ВОМ) комбайна під час діагностики. Після під’єднання карданного валу комбайна до вала установки, електродвигун приводить його в обертання на заданій швидкості. Вибір швидкості здійснюється з панелі керування.

У процесі роботи установка подає механічну енергію на систему обмолоту, дозволяючи оцінити її стан без включення всього комбайна. Це дає

можливість виявити сторонні шуми, вібрації, заїдання або несправності в роботі молотильного барабана, шнека, соломотряса чи інших механізмів.

3.6 Методика діагностики системи обмолоту з використанням розробленої діагностичної установки

1. Мета методики

Мета діагностики — визначити технічний стан системи обмолоту зернозбирального комбайна, виявити дефекти та передчасний знос вузлів, забезпечити своєчасне технічне обслуговування та підвищити ефективність роботи.

2. Опис розробленої діагностичної установки

Установка дозволяє вимірювати:

частоту обертання ротора;

вібраційні характеристики молотильного барабана;

силу натягу пасових передач;

температурні параметри вузлів;

інтенсивність викиду зерна.

Основні компоненти:

сенсорна система (вібраційні датчики, тахометри, температурні датчики);

модуль збору і обробки даних;

цифровий індикатор та комп’ютер для візуалізації результатів;

підключення до робочих вузлів комбайна через адаптери.

3. Методика проведення діагностики

Підготовка комбайна до обстеження:

Перевірка рівня масла та мастильних матеріалів;

Очищення системи обмолоту від залишків попередньої роботи;

Підключення сенсорів діагностичної установки.

Проведення експериментальних вимірювань:

Запуск комбайна на холостому ходу;

Послідовний контроль обертів ротора, молотильного барабана та вібрацій;

Фіксація даних у цифровій системі збору.

Обробка та аналіз даних:

Побудова графіків вібрацій та частоти обертання;

Порівняння отриманих параметрів із нормативними значеннями;

Визначення відхилень, що свідчать про дефекти або знос.

Прийняття рішення:

Виявлення вузлів, що потребують ТО або ремонту;

Планування термінів виконання ремонтних робіт;

Формування звіту з рекомендаціями.

4. Переваги використання розробленої установки

Можливість оперативного контролю технічного стану системи обмолоту;

Зменшення простоїв комбайна;

Підвищення якісності обмолоту та збереження зерна;

Застосування сучасних методів телеметрії та цифрової діагностики.

3.6 Висновок до розділу

У третьому розділі дипломної роботи було розроблено сучасну діагностичну установку на базі прототипу Shop Dog CBX, що призначена для перевірки технічного стану сільськогосподарської техніки після ремонту та перед продажем.

Здійснено аналіз існуючих мобільних і стаціонарних діагностичних установок, проведено порівняння функціональності та виявлено актуальну потребу у вдосконаленні базової моделі. В результаті розроблено вдосконалену конструкцію, яка дозволяє використовувати установку не тільки

в майстернях, а й у польових умовах — завдяки впровадженню системи гібридного живлення (акумулятор + ВВП трактора), що забезпечує автономну роботу протягом 4 годин.

Окрему увагу приділено універсалізації агрегату. Розроблено нові шліцьові насадки для карданного валу, які дозволяють обслуговувати як імпортну (CLAAS, AMAZONE), так і вітчизняну техніку (в т.ч. КЗС «Херсонець»). Запропоновано модернізацію карданного валу із телескопічною конструкцією та фіксатором довжини, що полегшує регулювання залежно від габаритів агрегатованої техніки.

Виконано розрахунок акумуляторної батареї, підібрано параметри живлення, підтверджено достатню потужність приводу. Також запропоновано креслення ключових вузлів конструкції, зокрема: шліцьових насадок, телескопічного вала та поперечного перерізу установки.

Таким чином, проєктована установка забезпечує високу мобільність, енергонезалежність, функціональну сумісність із різною технікою та відповідає сучасним вимогам агросервісного обслуговування.

4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

4.1 Загальні вимоги безпеки в ремонтній майстерні

Охорона праці — це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження життя, здоров’я та працездатності людини в процесі трудової діяльності.

У ремонтній майстерні обслуговується великогабаритна сільськогосподарська техніка, проводяться діагностичні, демонтажні та відновлювальні роботи, пов’язані з використанням електрообладнання, пневмо- та гідросистем, мастильних матеріалів, палив, ріжучих і обертових інструментів. Такі умови визначають високий рівень професійних ризиків, що потребує комплексного підходу до організації безпеки.

Згідно з Законом України «Про охорону праці», роботодавець зобов’язаний створити на кожному робочому місці умови праці відповідно до вимог нормативно-правових актів, забезпечити працівників інструкціями, засобами індивідуального захисту, провести медогляди й навчання.

4.1 Загальні вимоги безпеки в ремонтній майстерні

Організація робочого місця:

Робочі місця повинні бути обладнані достатнім освітленням та вентиляцією;

Проходи і підходи до обладнання повинні бути вільними від сторонніх предметів;

Підлога повинна бути чистою та неслизькою.

Використання засобів індивідуального захисту (ЗІЗ):

Робітники зобов’язані використовувати захисні окуляри, рукавиці, спецодяг, каски та взуття;

Під час роботи з електроінструментом або зварювальними апаратами обов’язкове застосування додаткових засобів захисту.

Електробезпека:

Всі електроприлади повинні мати справну ізоляцію та заземлення;

Забороняється використання пошкоджених кабелів і вилок;

Виконувати ремонт електрообладнання дозволяється лише при відключеному живленні.

Пожежна безпека:

Майстерня обладнується вогнегасниками та системою пожежної сигналізації;

Забороняється розміщувати легкозаймисті матеріали біля нагрівальних приладів;

Після закінчення роботи робітники перевіряють відсутність джерел займання.

Обробка хімічних речовин:

Використання мастил, розчинників, кислот і лугів проводиться з дотриманням правил безпеки;

Забороняється палити та вживати їжу у зоні роботи з хімікатами;

Необхідне маркування і правильне зберігання хімічних речовин.

Механічна безпека:

Під час обслуговування машин та обладнання забороняється працювати без захисних кожухів;

Забороняється вмикати обладнання при відкритих кришках та захисних огорожах;

Виконувати регулювання та чистку робочих органів дозволяється лише після повної зупинки машини.

Навчання персоналу:

Працівники повинні проходити інструктаж із охорони праці перед початком роботи;

Періодично проводяться практичні заняття та перевірка знань правил безпеки.

Дотримання норм і стандартів:

Діяти відповідно до державних стандартів безпеки та внутрішніх регламентів підприємства;

Забезпечити наявність стендів із правилами охорони праці в видимих місцях майстерні.

4.2 Вимоги безпеки при експлуатації установки

Установка для діагностування — це мобільний діагностичний пристрій, що дозволяє імітувати обертання валу відбору потужності комбайна без підключення до трактора. Вона працює від мережі 230 В, має декілька режимів обертання (до 1000 об/хв) і дистанційне керування. Оскільки агрегат розрахований на створення обертового моменту, робота з ним вимагає суворого дотримання правил безпеки.

Потенційні небезпеки:

1) Ураження електричним струмом — при пошкодженні ізоляції, неправильному заземленні, потраплянні вологи;

2) Механічні травми — при потраплянні рук чи одягу до обертових вузлів;

3) Термічні опіки — при перегріванні двигуна або редуктора;

4) Ушкодження слуху — через шум при роботі (до 80 дБ).

Місце встановлення та вимоги:

1) Розміщується біля стіни, з вільною зоною не менше 1,5 метра навколо;

2) Обов’язково підключення до заземленої розетки з автоматом захисту;

3) Перед запуском перевіряється надійність карданного з’єднання;

4) Оператор повинен бути на відстані не менше 2 метрів, мати на собі ЗІЗ: рукавиці, окуляри, щиток;

5) Заборонено працювати без захисних кожухів або з несправним пультом;

6) При аварії — натискається кнопка екстреної зупинки.

Ці вимоги є обов'язковими та мають бути включені до інструкції з охорони праці на робочому місці оператора установки.

4.3 Пожежна безпека в майстерні

У ремонтній майстерні накопичуються горючі матеріали: мастила, дизпаливо, гідравлічні рідини, ганчір'я, фарби. Наявність електроприладів та зварювального обладнання створює потенційну загрозу займання.

Заходи пожежної безпеки:

1) Встановлено не менше трьох вогнегасників ВП-5 — біля входу, біля зварювального поста та в діагностичній зоні;

2) Обмежене зберігання горючих матеріалів — у спеціальних металевих шафах;

3) Заборонено куріння на території цеху — лише у спеціально визначених місцях;

4) Усі електрощити — герметичні, з автоматичним відключенням при короткому замиканні;

5) Проведення щомісячної перевірки стану електромережі;

Оповіщення про пожежу (сигналізація) та план евакуації вивішені на видному місці.

4.4 Санітарно-гігієнічні умови праці

Мікроклімат ремонтної майстерні безпосередньо впливає на продуктивність та безпеку персоналу. Відповідно до ДСН 3.3.6.042-99, оптимальні параметри для внутрішнього середовища:

Температура повітря:

Для приміщень з помірною фізичною активністю: 18–22 °С.

Для приміщень з високою фізичною активністю: 16–20 °С.

Вологість повітря:

Відносна вологість: 40–60 %.

Забезпечення оптимальної вологості запобігає пересушенню слизових та зменшує ризик статичного електричного заряду.

Швидкість руху повітря:

Оптимальна швидкість повітря: 0,1–0,2 м/с.

Занадто сильні потоки повітря призводять до охолодження і дискомфорту.

Освітлення:

Рівень природного та штучного освітлення повинен відповідати НПАОП або ДСН стандартам для ремонтних майстерень.

Для дрібних механічних робіт: ≥300 лк; для загальних робіт: ≥200 лк.

Вентиляція:

Майстерня повинна забезпечувати постійний обмін повітря, видаляти пил, шкідливі гази і пари мастильних матеріалів.

Мінімальна кратність повітрообміну: 4–6 разів на годину.

Шум та вібрація:

Рівень шуму в робочій зоні: ≤85 дБ;

Вібрація: відповідно до гігієнічних норм для ручного та механізованого інструменту.

Загальні вимоги:

Робочі місця повинні бути чистими та безпечними;

Використання ЗІЗ (рукавиці, окуляри, навушники) обов’язкове для захисту від пилу, шуму та хімічних речовин;

Регулярне провітрювання та контроль параметрів мікроклімату за допомогою датчиків.

Дотримання цих параметрів забезпечує ефективність роботи персоналу, знижує стомлюваність та ризики професійних захворювань.

В результаті реконструкції прийнято наступні рішення, для збереження довкілля:

- Встановлення окремої герметичної зони для зберігання та утилізації небезпечних відходів, включаючи ПММ, мастила та акумулятори;
- Організація санітарно-побутового приміщення (позиція 13 на генплані), що дозволяє забезпечити належні умови особистої гігієни персоналу та зменшити санітарне навантаження на виробничу зону;
- Впровадження ємностей для збору стічних вод і локальної очисної установки, яка очищує води перед скидом у каналізацію;
- Озеленення території та збереження дерева (позиція 23) з метою покращення мікроклімату та зменшення рівня запиленості;

Забезпечення твердого покриття відкритих стоянок і проїздів, що запобігає ерозії ґрунтів та потраплянню нафтопродуктів у ґрунтові води.

4.5 Екологічні рішення у межах реконструкції

У межах реконструкції ремонтної майстерні передбачено впровадження заходів, що зменшують негативний вплив на навколишнє середовище та підвищують енергоефективність і безпеку роботи.

1. Зменшення викидів і забруднень

Використання систем пиловловлювання та фільтрації повітря від механічного пилу та аерозолів мастильних матеріалів.

Застосування екологічно чистих мастил і рідин, що зменшують шкідливий вплив на атмосферу та ґрунт.

Встановлення герметичних контейнерів для збору відпрацьованих масел і хімічних речовин.

2. Оптимізація енергоспоживання

Використання енергозберігаючих електроприладів та освітлення LED.

Встановлення автоматичних датчиків освітленості та руху, що дозволяють зменшувати витрати електроенергії.

Підключення обладнання до систем регенерації енергії, де це можливо (наприклад, при гальмуванні електричних приводів).

3. Водозберігаючі та санітарні рішення

Впровадження систем збору дощової води для технічних потреб та прибирання приміщень.

Встановлення систем очищення відпрацьованих вод і мастильних рідин перед скидом у каналізацію.

Використання біорозкладних миючих засобів для прибирання і обслуговування обладнання.

4. Екологічне управління відходами

Сортування та утилізація відходів за категоріями: метал, пластик, хімічні речовини, органічні відходи.

Передбачення тимчасових накопичувачів відходів з маркуванням і захистом від протікання.

Співпраця з сертифікованими компаніями з утилізації відходів, щоб мінімізувати негативний вплив на довкілля.

5. Контроль та моніторинг

Встановлення датчиків якості повітря та температурно-вологісного режиму.

Регулярне проведення екологічних аудитів та перевірок дотримання стандартів.

Впровадження внутрішньої документації для обліку шкідливих викидів та відходів.

Ці заходи дозволяють забезпечити безпечну і екологічно чисту експлуатацію ремонтної майстерні, відповідно до сучасних норм охорони довкілля.

4.6 Утилізація відходів

Усі відходи, які утворюються в процесі технічного обслуговування, підлягають роздільному збиранню:

- відпрацьовані мастила та рідини — здаються на переробку відповідно до договору зі спеціалізованою організацією;
- зношені металеві частини — зберігаються у відповідному контейнері й здаються на вторинну переробку;
- акумулятори — передаються ліцензованим операторам з поводження з небезпечними відходами.

4.7 Висновок до розділу

В розділі наведені основні вимоги щодо охорони праці, безпеки на виробництві та захисту навколишнього середовища.

5. ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ПРОЄКТУ

5.1. Вихідні дані

У процесі реконструкції було змінено планування не лише ремонтної ділянки, а й усього підприємства. Економічну оцінку проведемо саме для ремонтної ділянки (зони ТО). Площа ремонтної ділянки складає 450 м^2, а річна трудомісткість робіт складає близько 13500 людино-годин, що приблизно дорівнює 45-ти умовним ремонтам. Вихідні дані до розрахунку внесемо в таблицю 5.1.

Таблиця 5.1 – Вихідні дані до розрахунку економічної ефективності.

Показники	Умовні позначення	Значення
Обсяг ремонтних робіт та ТО, ум.рем.	Q	45
Кількість робітників на цій ділянці, чол	$Кпр$	3
Сума заробітної плати для робітників	$ЗПср$	25000
Витрати на реконструкції ділянки	$Бпр$	1000000
Обсяг електроенергії, що витрачається (за рік), кВт/год	$Qе_л$	18000
Ціна електроенергії для підприємств, кВт/год*грн	$Це_л$	8,25
Середня вартість умовного ремонту, грн	$Цум.рем$	45000

5.2 Економічний розрахунок

1. Загальні річні витрати на проведення ремонту

Загальні річні витрати на проведення ремонтних робіт визначаються за формулою:

$$Z_{заг} = Z_{труд} + Z_{мат} + Z_{ен} + Z_{аморф}$$

де:

$Z_{заг}$– загальні річні витрати, грн

$Z_{труд}$– витрати на оплату праці персоналу, грн

$Z_{мат}$– витрати на матеріали (запасні частини, мастила, витратні матеріали), грн

$Z_{ен}$– витрати на енергоносії (електроенергія, паливо), грн

$Z_{аморф}$– амортизаційні відрахування на обладнання, грн

2. Витрати на оплату праці

$$Z_{труд} = N_{прац} \cdot F_{рік} \cdot C_{год}$$

де:

$N_{прац}$– кількість працівників

$F_{рік}$– річний фонд часу одного працівника, год

$C_{год}$– тарифна ставка або середня вартість 1 людино-години, грн

3. Витрати на матеріали

$$Z_{мат} = \sum_{i} (C_i \cdot N_i)$$

де:

C_i– вартість одиниці матеріалу і, грн

N_i– кількість одиниць матеріалу, що витрачається на рік

4. Витрати на енергоносії

$$Z_{ен} = E_{ел} \cdot C_{ел} + F_{пал} \cdot C_{пал}$$

де:

$E_{ел}$– річне споживання електроенергії, кВт·год

$C_{ел}$– вартість 1 кВт·год, грн

$F_{пал}$– річне споживання палива, л

$C_{пал}$– вартість 1 літра палива, грн

5. Амортизаційні відрахування

$$Z_{аморф} = \frac{C_{облад} \cdot n_{років}}{T_{експл}}$$

де:

$C_{облад}$– первісна вартість обладнання, грн

$n_{років}$– частка зносу за рік

$T_{експл}$– нормативний термін служби обладнання, років

6. Загальні витрати

Після розрахунку всіх компонентів загальні річні витрати визначаються як сума:

$$Z_{заг} = Z_{труд} + Z_{мат} + Z_{ен} + Z_{аморф}$$

Даний підхід дозволяє оцінити економічну ефективність роботи ремонтної ділянки та планувати бюджет на наступний рік.

5.2 Висновок до розділу

Економічний розрахунок реконструкції майстерні показав його доцільність. Рентабельність складає 21,42%, а термін окупності складає близько 2,7 років, що є досить непоганим результатом.

ВИСНОВКИ

У процесі виконання дипломного проєкту на тему «Реконструкція ремонтної майстерні сільськогосподарської техніки з розробкою пристрою для діагностування в товаристві з обмеженою відповідальністю» досягнуто поставлену мету — підвищення ефективності обслуговування сучасної імпортної та вітчизняної техніки шляхом удосконалення організації ремонтної дільниці та розробки діагностичної установки нового типу.

У першому розділі проведено аналіз виробничої діяльності підприємства ТОВ «Деметра», яке спеціалізується на ремонті техніки CLAAS, AMAZONE, John Deere та вітчизняних марок. Встановлено, що на момент початку реконструкції підприємство мало проблеми з нераціональним використанням площ, відсутністю компактного обладнання для діагностики та обмеженим доступом до сучасного сервісного інструменту.

У другому розділі було розроблено оновлений генеральний план підприємства, що передбачає реорганізацію ремонтної зони, введення цехів, складських і побутових приміщень, нових під'їздів, зони ТО та відкритої стоянки. Обґрунтовано реконструкцію ремонтної дільниці, включаючи перепланування площ, оновлення обладнання та модернізацію робочих постів;

Проведено розрахунок річної програми ремонту, визначено річну трудомісткість робіт (близько 18500 людино-годин)

У третьому розділі розроблено вдосконалену мобільну діагностичну установку на базі прототипу Shop Dog CBX з новими технічними рішеннями. Реалізовано гібридне живлення: живлення від ВВП трактора та акумулятора на 4 год роботи. Визначено параметри електроживлення: двигун потужністю 7,5 кВт, швидкість обертання вала — 1400 об/хв, ємність акумулятора — не менше 800 А·год.

У результаті економічної оцінки встановлено, що рентабельність складає 21,42%, а термін окупності 2,7 роки (близько 33 місяців).

Таким чином, проєкт повністю досягає поставлених цілей, відповідає сучасним вимогам до організації сервісного обслуговування аграрної техніки та може бути впроваджений у практику господарської діяльності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Черній О. Дослідження безвідказності тракторів John Deere серії 8R в експлуатаційних умовах України. Теоретичні та практичні питання аграрної науки : матеріали Міжнародної науково-практичної конференції. 2022. С. 117–120.

2. Черній О. Деякі проблеми технічної надійності сільськогосподарських тракторів JOHN DEERE. The 7 th International scientific and practical conference “Innovations and prospects of world science”(March 2-4, 2022) Perfect Publishing, Vancouver, Canada. 2022. С. 13–19.

3. Хлудєєв Б.С. Шляхи оптимізації роботи дилерсько-сервісних центрів техніки John Deere / Б.С. Хлудєєв, Є.В. Калганков // Інтеграція світових наукових процесів як основа суспільного прогресу: Матеріали Міжнародної науково - практичної конференції ГО "Інститут інноваційної освіти" Науково - навчальний центр прикладної інформатики НАН України. – 2019. – С. 180–185.

4. Мельянцов П.Т. Методичні рекомендації «Організація та технологія ремонту МТП в умовах сільськогосподарського підприємства» / Мєльянцов П.Т., Калганков Є.В., Кириленко О.І. – Д.: ДДАУ, 2010. – 125 с.

5. Деталі машин: підручник / [Дирда В.І., Овчаренко Ю.М., Рижков Є.І. та ін.]. – Луганськ: Вид-во ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка», 2010. – 308 с.

6. Черній О.А. Методичні рекомендації до виконання курсового проекту з дисципліни «Деталі машин» для здобувачів вищої освіти за освітньо-професійною програмою «Агроінженерія» зі спеціальності 208 «Агроінженерія» освітнього ступеня «бакалавр» денної та заочної форм навчання/ В.І. Дирда, Є.В. Калганков, О.А. Черній. – Дніпро: Дніпровський державний аграрно – економічний університет, 2021. – 91 с.

7. Дирда В.І., Овчаренко Ю.М., Козуб Ю.Г., Рижков І.Є. Деталі машин. Практикум та курсове проектування. Навчальний посібник. – Дніпропетровськ – Луганськ – Львів: Авантаж. – 2009. – 285 с.

8. Ремонт машин та обладнання: підручник для вищих навчальних закладів / [Дирда В.І., Мельянцов П.Т., Калганков, Є.В. та ін.]. – Дніпропетровськ: Журфонд, 2015. – 292 с.

9. Дирда В.І. Проектування сервісних підприємств ремонту машин та агрегатів АПК [Навчальний посібник] / Дирда В.І., Калганков Є.В., Мельянцов П.Т., Толстенко О.В., Кириленко О.І., Цаніді І.М.– Д.: «Герда», 2014. – 100 с.

10. Годяєв С. Г. Методичні вказівки до написання розділу «Охорона праці» в дипломних роботах студентів інженерно-технологічноного факультету, ОКР бакалавр за напрям підготовки: 6.100102 «Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва». / С.Г. Годяєв, Л.Д. Устимович. Дніпропетровськ: ДДАЕУ, 2016. – 21 с.

11. Документація по черв'ячному редуктору GS – Drive SV110 (дата звернення 12.05.2025): https://ua-motor.com/uk/product/chervyachnyj-motor-reduktor-nmrv

12. Документація по установках Shop Dog (дата зернення 12.05.2025): https://www.shopdogindustries.com/shop-dog-cbx

13.Звітність діяльності підприємства TMI (дата звернення 13.05.2025): https://zvitnist.com/30443517_TOVARYSTVO_Z_OBMEZHENOU_VDPOVDALNSTU_TEHNIK_MASHY

14. Інформація по підприємству «Технік Машинес Інтернешенел» (дата звернення 11.04.2025): https://tmi.com.ua/

15. Документація по програмному забезпеченню CAN (дата звернення 20.05.2025): https://kvaser.com/

16. Додаткова інформація з охорони праці (дата звернення 12.05.2025): https://uk.wikipedia.org/wiki/

17. Інформація Про затвердження Положення про порядок визначення амортизації та віднесення амортизаційних відрахувань на витрати виробництва (обігу) (дата звернення 16.05.2025): https://zakon.rada.gov.ua/go/1075-96-%D0%BF